

**Trabajo de grado para aspirar al título de Médico Veterinario y Zootecnista**

**Alternativas no convencionales en la suplementación de cerdos en etapa de finalización, en países tropicales (Revisión literaria).**

**Por:**

**Yenny Xilena Noreña de los Rios.**

**Asesor:**

**Sorany Milena Barrientos Grajales.**

**Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**Facultad de Ciencias de la Salud**

**Universidad Tecnológica de Pereira**

**Pereira, Risaralda, Colombia.**

**2020**

**Alternativas no convencionales en la suplementación de cerdos en etapa de finalización, en países tropicales (Revisión literaria).**

**Non-conventional alternatives in the supplementation of pigs in finalization stage, in tropical countries (Literary review).**

Yenny Xilena Noreña de los Rios<sup>1</sup>, Sorany Milena Barrientos Grajales<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, aspirante al título de Médica Veterinaria Zootecnista. Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Tecnológica de Pereira. <sup>2</sup>Asesor y docente Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Tecnológica de Pereira.

**Resumen**

La nutrición es uno de los aspectos más importantes para la producción animal en cualquiera de las especies domésticas utilizadas para consumo humano, siendo de alta relevancia la producción cárnica porcina; actualmente existe un desconocimiento generalizado sobre las opciones alimenticias que puedan lograr suplementar la dieta en cerdos de ceba, por lo que se desconocen efectos y beneficios de éstas, ya que solo se tiene en cuenta como única alternativa alimenticia el concentrado o en algunos casos erróneos y poco ortodoxos la alimentación con desechos orgánicos en descomposición. En esta revisión científica se busca crear un conocimiento más amplio de opciones para satisfacer las necesidades nutricionales de una piara de forma natural.

**Palabras claves:** Alimentación, Balanceado, Dieta alternativa, Forrajes, Nutrición porcina.

## **Abstract.**

Nutrition is one of the most important aspects for animal production in any of the domestic species used for human consumption, with pork meat production being highly relevant; currently there is a general ignorance about the nutritional options that can be able to supplement the diet in fattening pigs, so that the effects and benefits of these are not known, since only one takes into account as the only food alternative the Concentrated or in some cases erroneous and unorthodox the feeding with decomposing organic waste. This scientific review seeks to create a broader understanding of options to meet the nutritional needs of a herd in a natural way.

## **Introducción.**

Actualmente, Colombia cuenta con una población porcina constituida aproximadamente por 6'710.666 de animales (1); de allí que el sector porcícola está aumentando día a día su oferta de porcinos y es una de las producciones pecuarias más importantes, estos animales para lograr una máxima expresión de su potencial productivo requieren una alta demanda de alimentos balanceados.

En la industria porcícola es necesaria la alimentación para lograr comercializar animales con el peso, salud y formación corporal en su máxima expresión, para lograr estos objetivos se requiere de una alimentación que cubra todos los aspectos que necesita dicho proceso, pero sus costos son elevados debido a las materias primas que lo componen y se puede estar estigmatizando alternativas que podrían ser eficientes pudiendo llegar a mejorar la dieta de los porcinos.

De forma tradicional, los cerdos han sido alimentados con alimentos industriales como el concentrado, los cuales tienen como materias primas alimentos que son usados por los humanos, principalmente maíz, soya y arroz, estos además aumentan costos de esta alimentación (2) . El uso de alternativas alimenticia en la producción porcina se ha convertido en una de las necesidades más importantes, debido a los elevados costos y la inestabilidad de la materia prima para la elaboración de concentrados (3); por lo que el desafío para los profesionales en el ámbito nutricional y productivo, es

determinar que alternativa alimenticia disminuye los costos, sin afectar el rendimiento productivo de los animales, ya que una alimentación deficiente disminuye el crecimiento de los cerdos, sin embargo, el exceso de nutrientes representa pérdidas económicas (4). Para lograr los resultados esperados se hace necesario, tener en cuenta que nutricionalmente una dieta y/o ración adecuada requiere determinar el potencial nutritivo de las materias primas a utilizar considerando previamente, las necesidades nutritivas de los cerdos, aunque esto requiere trabajo (4).

Es importante disminuir el costo de alimentación, debido a que esta representa aproximadamente un 70% del costo de producción total de un cerdo, al disminuir costos sumando la disponibilidad de alimentos alternativos, se podría mejorar la industria (5) y se lograría mejorar el factor económico que es uno de los más importantes para quienes pertenecen al gremio, al igual que se ofrecería un producto final de excelentes condiciones.

Teniendo en cuenta las necesidades del productor en cuanto a rentabilidad y disponibilidad de materia prima, se puede elegir el uso de suplementación natural como es el caso de plantas forrajeras, su implementación en la alimentación de diferentes especies animales es una alternativa para la producción eficiente y económica de sistemas agropecuarios. Para la reducción de los costos producidos en la alimentación porcina se pueden emplear alternativas que incorporen materias primas de bajo costo y de fácil adquisición. Los árboles tropicales no leguminosos como la Morera (*Morus alba*), el Nacedero (*Trichanthera gigantea*), entre otros, han dado excelentes resultados en la alimentación porcina (6).

Se pueden emplear diferentes alimentos alternativos en la producción del cerdo, pero es necesario tener presente la disponibilidad, el valor nutritivo, que se adapte bien a las condiciones climáticas del lugar, entre otros aspectos. En otras opciones de suplementación alimenticia se destaca el uso de Bore (*Alocasia macrorrhiza*) el cual presenta una característica nutricional particular y es la acumulación de almidones, nutriente que aporta energía (7), también se puede emplear el uso de Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) que crece en clima tropical, su uso para la alimentación animal ha aumentado debido a su alta rusticidad, buen valor nutricional, alta digestibilidad de la materia seca y aceites en sus hojas y flores (8)

La importancia de este estudio radica en que da un panorama global de los resultados obtenidos por otros investigadores para concluir cuales son las materias primas alternativas de países tropicales eficientes en la alimentación de cerdos en la etapa de ceba, permitiendo describir los resultados para analizar estas alternativas pueden sustituirse parcialmente la alimentación con concentrados comerciales sin aumentar los indicadores económicos de la producción; además permite conocer si estas alternativas pueden mejorar la eficiencia productiva (ganancia de peso/día, conversión alimenticia total) y la rentabilidad de una especie de alto consumo mundial.

Es necesario desarrollar una revisión científica detallada, que permitan a los productores o profesionales del área tomar medidas e implementar opciones que se consideren viables nutricionalmente sin sacrificar la economía de la producción. Por ello, el objetivo de la investigación es: analizar las alternativas no convencionales en la suplementación de cerdos en etapa de finalización y sus efectos productivos, en países tropicales.

## **Materiales y Métodos.**

Se delimitó el tema de acuerdo con la problemática encontrada en el elevado costo de la alimentación en una producción porcícola, a partir de la cual se inició la indagación, recopilación y análisis de fuentes secundarias que ayudaron a la conformación del estado actual de algunas de las alternativas disponibles como dieta opcional.

El presente trabajo se llevó a cabo partir de un estudio bibliográfico en el que se recopiló, analizo, sintetizo y se realizó una revisión sistemática en torno a la información publicada en estudios científicos sobre aspectos técnicos, productivos y económicos; se tuvieron en cuenta publicaciones desde el año 2012 hasta la fecha; la búsqueda de las fuentes científicas se realizó en bases de datos como ScienceDirect, Scopus, Pubmed, SpringerLink, la revista Livestock Research for Rural Development y en el buscador Google académico (en inglés, Google Scholar); con palabras clave

como nutrición en cerdos, suplementos alimenticios, forrajes, balanceados para cerdos, dietas alternativas, entre otras.

Teniendo en cuenta que se busca beneficios tanto económicos como en variedad y disponibilidad de fuentes alimenticias alternativas, las pautas que se usaron para elegir qué artículos eran óptimos para esta investigación fue el uso de alternativas naturales y de fácil obtención como lo son los forrajes más usados en la alimentación animal como Bore (*Alocasia macrorrhiza*), Botón de oro (*Tithonia diversifolia*), Ramio (*Boehmeria nivea*) y otras opciones en el caso de árboles tropicales como la Morera (*Morus alba*), el Nacedero (*Trichanthera gigantea*), por el contrario, se descartaron aquellos artículos de productos que no pertenecen a países tropicales o que no eran tan naturales como los anteriormente mencionados. Se han localizado 54 estudios, pero se han excluido 31 que no fueron relevantes para el objetivo de la revisión.

## **Resultados y Discusión.**

Los pequeños productores en los trópicos han podido usar suplementos de proteínas locales para equilibrar las dietas de los cerdos, hay muchos recursos de proteínas vegetales entre estos existen varios forrajes tropicales disponibles localmente los cuales han representado una opción de alimenticia con potencial. Materias primas de origen natural que han presentado buenos resultados en la alimentación porcina han sido la Morera (*Morus alba*), Ramio (*Boehmeria nivea*) y Nacedero (*Trichanthera gigantea*), de acuerdo con pruebas hechas con animales.

### ***Morus alba***

Las plantas forrajeras de *Morus alba*, son consideradas con importantes peculiaridades; su composición química y su calidad, desde el punto de vista nutricional, se adjudican también a las características distintivas de la especie. Como forraje, reúne excelentes características bromatológicas. La Morera muestra una baja resistencia a la deshidratación y la harina de las hojas de Morera posee indicadores nutricionales de (91.2% de Materia Seca; 26.4% de Proteína Bruta; 10.1% de Fibra

Bruta; 90.7% de Materia Orgánica; 2.1% de Calcio y 0.15% de fósforo (P)) que le otorga una competitividad, desde el punto de vista bromatológico, con los concentrados convencionales. Se hace relevante, que la edad de corte es un factor determinante en el valor nutritivo de la harina de follaje de morera dada a los porcinos además (9).

Especies arbustivas como Morera (*Morus alba*) presenta un contenido de nutriente entre 15 y 25 % para la proteína bruta (Nitrógeno (N) x 6.25), y 15 y 20 % para la fibra cruda, en una biomasa que, en base fresca, puede contener entre 25 y 35 % de material seco; todos los nutrientes de este forraje pueden variar de acuerdo con distintos factores como la edad de corte y el nivel de fertilización (10).

La edad de corte y valor nutricional del *Morus alba*, factores estudiados en una investigación donde estas se sometieron a cortes periódicos cada 30, 60, 90 y 120 días con una altura de corte de 30 cm como máximo, para determinar el valor nutritivo de la harina del follaje de Morera mediante proceso *in vitro* de la digestibilidad ileal (pepsina/pancreatina) y muestra fecal (10). Cuando la edad de corte de la Morera sobrepasa de 30 a 120 días, aumenta composiciones químicas de la planta (porcentaje en base seca) como el contenido de pared celular el cual paso de 24.33% en los 30 días a 32.73% a los 120 días (FDN;  $p\text{-value} < 0.05$ ) lo que indica que es estadísticamente significativo siendo un resultado confiable, así como también el del Nitrógeno (N) ligado a esa pared celular el que paso de 1.32% al corte en los 30 días a 1.92% a los 120 días de corte, (FDN-N;  $p\text{-value} < 0.05$ ), un follaje con mayor contenido de N ligado a la pared celular genera menor disponibilidad de los aminoácidos que lo componen los cuales son aprovechados en procesos digestivos que se producen en el cerdo; demostrando que entre mayor fue la edad de corte, se generó un decrecimiento en el valor nutritivo de la Morera, también se determinó que el rendimiento de la morera en fresco fue mayor mientras menor fuese su frecuencia de corte. Igualmente, la edad de corte anteriormente mencionada (entre 30 a 120 días), aumentó el porcentaje de fibra cruda pasando de 8.63% a 19.73% en los 30 y 120 días respectivamente ( $p\text{-value} < 0.001$ ) siendo un resultado altamente significativo, y al mismo tiempo de manera inversamente proporcional, disminuyen valores como la solubilidad de Materia Seca (MS) disminuyendo de 44.83% a 25.33% de los 30 a los

120 días y en el caso del Nitrógeno (N) paso de 48.13% a 24.33% (p-value<0.001). La información anterior, hace parte de indicadores evidentes de senescencia de la planta (10).

En cuanto a la digestibilidad en muestras de harina de hojas de morera (*Morus alba* L.) y de Nacedero (*Trichanthera gigantea*) que procedían de plantaciones con cortes periódicos a 60 días. La digestibilidad ileal, *in vitro* del N fue (p-value<0.001) más alta en la Morera (45%) en comparación con el Nacedero (35%); la misma inclinación fue observada para digestibilidad ileal, *in vitro*, de la MS y la materia orgánica (MO) (11). Algunos datos encontrados indicaron que en el caso del N, el 0.04 % desapareció en el intestino grueso cuando el corte se realizó cada 30 días, por el contrario, a los 120 días, la desaparición en ese mismo segmento del canal alimentario ascendió al 21.13%, lo cual quiere decir que el envejecimiento del follaje consecuentemente genera mayor participación de la microflora, para aprovechar nutrientes contenidos del follaje senescente; haciendo que el ataque microbiano a los sustratos disponibles posiblemente se haga con elevada dificultad (10).

Los valores presentados para la digestibilidad fecal *in vitro* de las muestras de las hojas que se examinaron fueron más altos que los relacionados con la digestibilidad ileal, *in vitro*, por incubación con pepsina/ pancreatina. Si se considera que la diferencia entre la digestibilidad fecal y la ileal es equivalente a la digestión en el intestino grueso. Finalmente se confirmó el elevado valor nutritivo de la harina de hojas de morera, tanto a nivel ileal como rectal, suministrado a cerdos en crecimiento. Comparativamente, la harina de hojas de Morera mostró un valor nutritivo superior al Nacedero (11).

También se ha hecho referencia en cuanto al corte de la planta, que la harina de hojas de la Morera (*Morus alba*), cortada en períodos cortos de 60 días, ha mostrado resultados satisfactorios en experimentos de digestibilidad y en pruebas de comportamiento con cerdos; sin embargo, se tiene poco conocimiento respecto a el valor nutritivo de la Morera cuando se corta a intervalos más largos y cuando se incorporan los tallos tiernos en el secado (3).



La Morera también se puede incluir en la elaboración de un concentrado criollo con harina de soya y de morera como fuentes de proteína, y harina de sorgo y yuca como fuentes de energía, la morera usada no se fertilizó ni se regó, se cortó en época de seca, con 75 días de edad; la soya, el sorgo y con yuca se convirtió en harina al igual que la morera que se dejó a un grosor de 1,5 mm. Se aplicó un método de alimentación restringida, esta dieta se dividió en dos raciones al día durante toda la ceba, la harina de Morera usada en esta dieta reemplazo el 14% de la ración. Los cerdos a los cuales se les suministro esta dieta fue un total de 24 cerdos de un cruce comercial no especificado, hembras y machos esterilizados con 75 días de edad y un peso vivo promedio de  $23,95 \pm 0,88$  kg. La dieta presentó buenos resultados ya que, los comportamientos productivos y de salud de los animales sometidos a esta dieta fueron similares a los que se obtienen con los concentrados convencionales además del beneficio económico que brinda a la producción (3).

La evaluación del efecto que produce la morera en la dieta como suplementación en polvo (MLP) sobre la calidad de la carne de cerdos en etapa de finalización. En un estudio se implementó en 40 cerdos Duroc x cerdos Landrace x Yorkshire (peso corporal inicial de  $40,5 \pm 0,63$  kg) los cuales fueron asignados aleatoriamente en dos tratamientos, dieta control o dieta con inclusión del 15% MLP a expensas de salvado de trigo por 85 días (12).

Los resultados de la suplementación dietética MLP en cuanto al crecimiento se indicó que no tuvo ningún efecto en la ingesta de alimento diaria media (ADFI), sus efectos fueron negativos en lo que respecta a la ganancia media diaria de peso (GDP), y el aumento de la relación de consumo de alimento a ganancia (F / G) la etapa de finalización. En cuanto a las características en canal el 15% MLP dieta disminuyó peso en canal y la profundidad de la grasa dorsal media de los cerdos de engorde, decreció la fuerza de corte y la pérdida por goteo. Además, aumentó capacidad antioxidante. Aunque cabe destacar que, MLP aumentó el contenido de grasa intramuscular (IMF) y tenía una tendencia al aumento del grado de marmoleo. En el presente estudio, la dieta MLP retrasó la caída de la velocidad del pH, lo que indica un efecto positivo en la calidad de la carne (12).

La Morera a expensas de salvado de trigo, ha determinado que la suplementación con este forraje al 15% no afecta la palatabilidad, pero por el contrario la ganancia media diaria y la relación de consumo de alimento a ganancia se vieron reflejados negativamente, debido al contenido de fibra de la morera ya que la ingesta de nutrientes disponibles sería menor del calculado (12).

Otro artículo científico hizo referencia a un porcentaje de inclusión en la dieta menor a los ya mencionados, este se empleó en un total de 56 cerdos híbridos Landrace-Yorkshire sanos de 35 días de edad ( $31.18 \pm 4.57$  kg) se dividieron en cuatro grupos, en el grupo I fueron alimentados con una dieta basal (dieta equilibrada), mientras que aquellos en los grupos II, III y IV fueron alimentados con dietas basales que se complementaron con polvo de hojas de morera 3%, 6% o 9%, respectivamente, y todas las dietas se mantuvieron por 102 días (13). Los porcinos que fueron alimentados con morera al 6% manifestaron una mayor ganancia diaria promedio y animales con dietas de morera al 6% y al 9% demostraron disminución en las tasas de pérdida de agua y valores de fuerza de corte en comparación con el grupo control en el momento del beneficio (13). Además, se presume que la suplementación de este follaje al 6% pueden mejorar la calidad muscular de los cerdos al modular la expresión de varios genes clave, como La Troponina C (TNNC1), Cadena ligera de miosina 3 (MYL3) y Troponina T1 (TNNT1). Cabe resaltar que se presentaron ciertas limitaciones en este estudio (13).

La suplementación con hojas de Morera (MLP), también tiene cierta influencia con respecto a los parámetros inmunes, es decir, las inmunoglobulinas séricas, las citocinas, la producción de Óxido Nítrico (NO) y el factor de crecimiento similar a la insulina-1 (IGF1). Concluyendo finalmente, que la incorporación de MLP en las dietas aumento de la tasa de transformación de linfocitos mejora los metabolismos y las funciones inmunes de los animales (14).

### ***Boehmeria nivea* (Ramio).**

Para evaluación de los efectos del ramio (*Boehmeria nivea*) incluido en las dietas con respecto al crecimiento, la capacidad antioxidante y el perfil de ácidos grasos musculares de los cerdos en etapa final. Para esto, en un estudio fueron incluidos 180 cerdos Xiang Cun Black (raza de origen chino), con un peso corporal inicial =  $70.71 \pm 1.21$  kg. A los cerdos se les proporcionó una dieta basal o una dieta en la que el maíz, la harina de soya y el salvado de trigo fueron reemplazados en parte por 3%, 6%, 9% o 12% de polvo de ramio, con una duración del experimento de 50 días; la alimentación y el agua se proporcionaron *ad libitum* (a voluntad) durante todo el período de prueba (15). Los resultados demostraron que la inclusión de ramio aumentó la ganancia diaria promedio (ADG) y la relación ganancia: alimentación (G: F) con el valor más alto de ADG de 0,65% y G: F con 0,31% en el grupo de 3% de ramio ( $p\text{-value} < 0.05$ ), pero el contenido de ramio en la dieta hasta un 9% redujo el rendimiento en el crecimiento de los cerdos en comparación con el del grupo de ramio del 3%. Además, la adición de ramio aumentó el contenido de ácidos grasos poliinsaturados ya que sin el ramio este contenido era de 9,31% al consumo de esta planta paso a ser de 9.86% llegando a ser hasta de 11,11%, mientras que redujo consecutivamente ( $p\text{-value} < 0.05$ ) los índices lipídicos de aterogenicidad (AI) y trombogenicidad (TI) en musculo y valores más bajos de AI (0,57%) y TI (1,33%) refleja una composición de grasa "más saludable"; ser una raza criolla tradicional en China, presenta cierta resistencia y tolerancia (15).

El aumento del nivel de ramio del 3% al 12% dio como resultado un peso corporal (BW) final disminuido sin ningún cambio en la ingesta de alimento diaria media (ADFI). La ganancia media diaria (ADG) y la relación de consumo de alimento a ganancia (G: F) aumentaron y luego disminuyeron al aumentar el nivel de ramio en la dieta, y se lograron los mayores ADG y G: F para los cerdos alimentados con 3% de ramio (15). Además de lo anterior, otra investigación (de los mismos autores) sugiere que el ramio incluido en la dieta  $< 9\%$  es un cultivo de alimentación efectivo para mejorar en parte el rasgo de carcasa y la composición química muscular sin afectar negativamente el rendimiento del crecimiento. Para la fuerza de corte se observó como el nivel de ramio

en la dieta aumentó de 0 a 12%, y el valor más bajo se observó en cerdos alimentados con 6% de ramio (16).

Por el contrario de la morera, se encontró que tiene una buena respuesta la inclusión de harina de ramio aumentando la ganancia media diaria y la relación de consumo de alimento a ganancia de los cerdos se logra mediante la inclusión de 3% de ramio en la dieta, lo cual indica que los cerdos en etapa de finalización son capaces de consumir un bajo nivel de ramio en la dieta y realizar un desempeño de crecimiento deseado (15).

Se ha indicado que el ramio juega un papel relacionado con la disminución de la acumulación de grasa subcutánea y en la mejora de las características de la canal. Es probable que el alto contenido de fibra sea responsable, ya que las dietas que contenían ramio obviamente tenían un mayor contenido de fibra. Por otro lado, el marmoleado está íntimamente relacionado con la calidad de la carne de cerdo, el estudio descubrió que el contenido de ramio en la dieta redujo hasta un 12% el contenido de grasa intramuscular en *Thoracis longissimus* en comparación con el grupo al cual se le suministro el 3%, por lo cual el autor presume que el ramio tiene alguna relación en cuanto a la ternura de la carne del cerdo, influyendo positivamente en este aspecto (16).

Estudios han encontrado que la hoja de ramio contiene polifenoles y flavonoides, que son considerados como los principales componentes antioxidantes, por lo cual la harina de ramio probablemente influye en el estado antioxidante en la carne de los cerdos a los cuales se les ha suministrado esta planta; el efecto principal del ramio en una dieta donde se secó a 60°C, se reflejó al analizar el perfil de ácidos grasos en el músculo esquelético de los cerdos (15); otro papel del ramio dentro de las características físicas de los animales que lo consumieron es la disminución en la acumulación de grasa subcutánea, probablemente por su alto contenido de fibra, y al parecer contribuye a mejorar las características de los cerdos en canal (16).

### ***Alocasia macrorrhiza (Bore).***

En forma convencional los cerdos han sido alimentados con productos concentrados, preparados con materias primas que compiten con la alimentación humana, principalmente maíz, soya y arroz, y que además incrementan los costos de producción (17). Otras opciones a la hora de suplementar porcinos, es la *Alocasia macrorrhiza* o también llamada Bore, su composición nutricional y los resultados que esta desempeñe en el animal depende de la parte de la planta que se va a suministrar y su uso, como la raíz, tallo, hoja completa, el pecíolo o parénquima foliar; se ha comprobado que se puede incorporar hasta en 50% en dietas para porcinos (17).

En una investigación, donde la materia prima principal de la dieta fue el bore en porcinos de cruce (Duroc X Landrace X Pietrain) con un periodo experimental de 38 días. Se proporcionó tratamientos como: testigo o alimento comercial y dos dietas alternativas isoproteicas e isoenergéticas con Bore y ensilaje de pescado, respectivamente; se determinó que la ganancia de peso y conversión alimenticia fue similar a la que se obtiene al alimentar con el concentrado, también se encontró que el consumo de Bore a voluntad favoreció la ingesta diaria de ración, aunque se requiere mayor suministro de alimento para cada kilogramo de ganancia de peso en los cerdos (2).

En cerdos raza Pietrain, donde se dieron dietas con Bore a voluntad y aceite de palma en la mayoría de estas, los cerdos se acostumbraron durante una semana al consumo del bore; las raciones experimentales para ceba se ofrecieron con animales desde 50 kg hasta el peso del mercado. El Bore fue suministrado 3 a 4 veces al día dependiendo del consumo (17). Como resultado, en la fase de ceba el suministro de Bore a voluntad elevó significativamente ( $p\text{-value} < 0.05$ ) el consumo diario de ración de cerdos siendo de hasta 1.80%, esto indicó que el Bore a voluntad en esta raza también tiene influencia positiva aumentando el consumo de diario de ración; los niveles de Bore influyeron significativamente ( $p\text{-value} < 0.05$ ) de manera positiva sobre la ganancia diaria de peso llegando a alcanzar el 0,68%. Además de ello, no hubo diferencias significativas en la conversión alimenticia en comparación con los animales a los cuales se les suministro

concentrado (tratamiento control). Concluyendo, que el suministro de Bore a voluntad y núcleo proteico con inclusión hasta de 0.2 kg de aceite de palma mejora la ganancia diaria de peso de cerdos en ceba, y el suministro de tallo de bore cocido mejora la ganancia de peso de Cerdos en finalización (17).

Se he determinado en otras investigaciones que en cruce de las razas Landrace X Pietran, el grupo de animales que consumió alimento balanceado presentó un incremento de 520 g/día; los animales a los cuales se les fue reemplazado el alimento balanceado por 15% y 30% bore presentaron un incremento diario de 486 y 576 gramos respectivamente, estos datos son equivalentes a decir que, el grupo con 15% de sustitución con Bore tuvo un 6% menos de ganancia de peso en comparación con el grupo control, no obstante, el grupo con mayor sustitución presentó una mayor ganancia, 10 % en comparación con el control. además, la mejor conversión se incorporó un 30% de bore en la dieta (18).

El aprovechamiento del bore en diferentes niveles de reemplazo (15%, 30%) en la dieta de los cerdos en la etapa de ceba, produce ganancias de peso iguales y superiores a que se podrían obtener con la dieta de 100% concentrado comercial. Los autores determinaron que cuando se alimentan cerdos con 70 % concentrado comercial, y 30% Bore se obtienen ganancias de peso superiores a 500 gramos/animal/día (18).

La inclusión de suplementos alternativos en la dieta de porcinos no perjudicó el desarrollo y la producción de los animales expuestos a este tipo de alimentación, debido a que se presentaron resultados positivos con relación a la ganancia de peso, observándose una tendencia que favorece la ganancia de peso en la utilización de Bore suministrado a cerdos de ceba. Al comparar los factores de conversión y eficiencia alimenticia, los datos obtenidos indicaron que la tendencia a mejores resultados se evidenció al suministrar una dieta con alimento balanceado y Bore a los cerdos (2)

La utilización de alimentos alternativos en la dieta de porcinos no afecta el desarrollo y la producción, debido a que las ganancias de peso fueron favorables en cualquier

tratamiento, observándose una tendencia favorable de ganancia en la utilización de Bore en la alimentación de cerdos en la etapa de ceba (18).

El factor de costos en la dieta con inclusión de bore en cerdos en ceba contribuye a disminuir los costos de alimentación, obteniendo una mayor rentabilidad en la producción; en referencia a la relación costo beneficio, se determinó que esta dieta tuvo una rentabilidad mayor al 50%, este factor es un elemento clave ya que la alimentación está directamente relacionada con los costos de la producción (2).

### ***Tithonia diversifolia* (Botón de Oro).**

La *Tithonia diversifolia*, llamada comúnmente Mirasol o Botón de oro, es una planta que tiene la capacidad de adaptarse a diferentes circunstancias agroecológicas, algunas de sus características son su rusticidad, alta capacidad de adaptación, puede habitar en suelos de alta o baja fertilidad, además de ser ampliamente distribuida por todo el mundo; por estas características se ha convertido en un recurso forrajero importante en países tropicales para ser implementada en sistemas sostenibles de producción pecuaria (19).

Es una especie no leguminosa, la cual puede producir elevadas cantidades de biomasa comestible que son sostenibles en el tiempo sin necesidad de ser fertilizadas; pueden presentar la misma concentración nitrógeno en sus hojas como las leguminosas, puede presentar alta cantidad de fósforo, recupera suelos con escasos nutrientes, tiene un amplio rango de adaptación, además tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos (20).

El mayor porcentaje de proteína cruda (PC), Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA) del Botón de Oro (*T. diversifolia*) se ha registrado a los 30 días de edad de rebrote, ya que la composición química de esta planta se encuentra en una proporción superior en cada uno de sus componentes, la MO no se vio afectada por la edad o periodo de corte del Botón de oro, sin embargo, a los 30 días de cosecha se obtuvieron mayores resultados. El mayor porcentaje de FDN se registró a los 30 días de edad o periodo

de corte ( $67,24 \pm 0,94$ ) de la *Tithonia diversifolia* siendo estadísticamente diferente ( $p\text{-value} < 0,05$ ) al resto de periodos evaluados (21).

Los autores recomiendan utilizar el Botón de Oro a los 30 días de edad, porque la composición química bromatológica es superior en cada uno de sus componentes. En este forraje la degradabilidad de la Materia Seca (DISMS) no se ve afectada por los periodos de corte ni por las horas de incubación. Además, por que la Degradabilidad Efectiva (DE) de la Fibra Detergente Neutra (FDN) y Fibra Detergente Acida (FDA) ocurre entre las 2 y 5 horas (21).

Se ha encontrado que es posible sustituir 20 % del pienso control utilizado tradicionalmente en las dietas para ceba de cerdos, por harina de *Tithonia* con 80 días de edad, sin comprometer la morfometría del tracto gastrointestinal ni en los indicadores sanguíneos y de salud. Además, no se observó presencia de trichuris, ni de coccidias en heces fecales de animales que recibieron 20 % de harina de *Tithonia* en la ración. También, se determinó que la inclusión de harina de forraje de *Tithonia diversifolia* puede ser una solución alternativa a los antiparasitarios para cerdos en crecimiento (22).

El factor económico que predomina en este gremio se puede ver beneficiado con la utilización de la harina de forraje de *Tithonia* que propiciará ventajas económicas, ya que puede sustituir determinadas cantidades de pienso, sin afectar indicadores fisiológicos, productivos y de salud (22). Constituye un recurso forrajero importante en el trópico para ser usado en sistemas sostenibles de producción animal, se requiere hacer estudios en el manejo y tecnología de conservación de forrajes para optimizar este recurso con gran potencial en la alimentación animal (19).

La alimentación con harina de hoja de *Tithonia diversifolia* (girasol silvestre) (TDLM) a cerdos de la raza Large White, en 3 niveles de inclusión variables (10%, 20% y 30%) como suplemento proteico en un experimento diseñado completamente al azar. Los índices hematológicos evaluados, como el volumen celular plaquetario (PCV), los neutrófilos y los monocitos no se vieron significativamente afectados a medida que los niveles de TDLM aumentaron en los tratamientos dietéticos. Los valores de recuento



de glóbulos blancos (WBC) de muestras de sangre de cerdos se vieron significativamente afectados por los niveles variables de inclusión de TDLM al 0%, 10%, 20% y 30% en la dieta (23).

Dependiente de sus niveles de inclusión, se dio un aumento de los diferenciales de glóbulos blancos (en 20% y 30% de inclusión) en todos los tipos de células, incluidos los neutrófilos, linfocitos, monocitos y esinófilos. Al 10% de nivel de inclusión de TDLM, hubo una reducción en el valor de WBC (recuento de glóbulos blancos). Esto sugiere que los niveles de inclusión de TDLM al 20% y al 30% podrían utilizarse con fines medicinales (inmunoestimulación) y, como tal, el período de exposición no debería prolongarse, de lo contrario podría provocar problemas de toxicidad. La inclusión del 10% no tuvo ningún efecto negativo en el WBC (valores de recuento de glóbulos blancos) (23). Las muertes en las inclusiones altas de TDLM podrían atribuirse principalmente a la degeneración, sangrado e inflamación de los revestimientos internos del estómago y la apariencia externa del intestino grueso. Además, se observó erosión y necrosis epiteliales severas, con infiltración celular neutrofílica en la apariencia histopatológica del intestino grueso, y estructura atrofiada de las vellosidades del intestino delgado sin lesiones visibles en otras partes (23).

Todos los parámetros hematológicos y metabolitos séricos evaluados indicaron regímenes nutricionales seguros de hasta un 20% de inclusión de TDLM. Según los autores, la harina de hoja de *Tithonia diversifolia* (TDLM) podría ser una dieta saludable adecuada para combatir algunas enfermedades metabólicas de ácidos grasos con una inclusión del 10% en la dieta de los cerdos. Los exámenes histopatológicos que revelaron erosión epitelial severa y hemorragias posiblemente causadas por los efectos toxicológicos de TDLM a niveles de inclusión altos por encima del 20% en la dieta (23).

En base a dietas estudiadas previamente, se combinó harina de hoja de *T. diversifolia* como un reemplazó progresivo de la soya a niveles de inclusión de 10, 20 y 30%, para determinar el efecto de harina de hoja de *Tithonia diversifolia* ensilada y secada al sol. Se pudo determinar que los componentes antinutricionales del ensilado de la harina de Botón de Oro (también llamado Girasol Salvaje) como como fitina, tanino, oxalato,

alcaloides y flavonoides, se redujeron notablemente y esto se atribuye a el proceso de fermentación durante el ensilaje de la hoja de Botón de Oro (24).

Posteriormente a los resultados hallados, se encontró un notable mejoramiento en el consumo y la utilización de harina de hoja de *Tithonia diversifolia* ensilado por parte de los cerdos y esto podría haber sido propiciado por las actividades de los microorganismos anaerobios, facultativos y aeróbicos responsables de la degradación de los complejos compuestos fibrosos y otros compuestos antinutricionales, los cuales se encuentran presentes naturalmente en la harina de hoja de *Tithonia diversifolia* (24).

### **Conclusiones y Recomendaciones.**

Existe variedad de alimentaciones naturales como forrajes y leguminosas, pero según la alternativa suplementaria existen datos dispares en comparación con los resultados, a veces contradictorios, sobre la utilización de estos productos en alimentación animal. Hasta la fecha, se encuentran pocas investigaciones científicas actualizadas y publicadas sobre alimentaciones alternativas naturales.

Con relación a los resultados obtenidos, es factible la utilización de suplementos alternativos naturales, teniendo en cuenta el manejo de las plantas, su cosecha, presentación de la dieta (como deshidratados, harina o ensilados), entre otros factores, ya que estos pueden influir a la hora de suministrar la dieta suplementaria al animal; además, es importante ya que en algunos casos de esto dependerá la palatabilidad, digestibilidad y aprovechamiento de los beneficios que los forrajes pueden ofrecer a la alimentación porcina. Se pueden obtener beneficios con relación a la grasa dorsal en canal, ya que en la mayoría de los casos no se altera o afecta el crecimiento del animal, algunos de los beneficios que presentan plantas como la Morera es mejor aprovechamiento que se ve reflejado en ganancia de peso, además el consumo de las hojas jóvenes aportan más nutrientes que las hojas de plantas senescentes, debido al proceso de envejecimiento, el cual hace que estas hojas puedan presentar un contenido más alto de fibra.

En el caso del Ramio se determinó que puede cambiar de manera beneficiosa el patrón de ácidos grasos de la carne, lo que puede tener un efecto positivo en la salud

del consumidor final. En el botón de oro se encontró un mejor aprovechamiento de sus aportes nutricionales si sus hojas son secadas y ensiladas, además de mejorar la aceptación del cerdo en cuanto a su consumo y aprovechamiento digestivo.

En cuanto al factor económico, se encontró que la implementación de algunas de estas dietas influyo positivamente en la economía de la producción, pero no en todas se especifica de qué forma y en qué proporción. Sin embargo, es importante resaltar que al realizar un reemplazo en cierto porcentaje de la alimentación convencional es evidente la reducción de consumo alimenticio convencional lo cual al final se refleja en dinero ahorrado. Los aspectos desfavorables de la suplementación con forrajes en fresco provocan resultados adversos a los esperados con la mayoría de las plantas, llegando a presentar sustancias antinutritivas y agrandamiento de órganos por el esfuerzo que se genera en el organismo del animal para el aprovechamiento de este, ya que en algunos casos estas plantas pueden presentar altos contenidos de fibra lo cual genera que los procesos de digestión sean menos provechosos y tarden más tiempo del normal, afectando también la ganancia de peso y desarrollo del animal de manera adecuada por los efectos de una malnutrición.

Aunque diferentes circunstancias, están directamente relacionadas con los aspectos negativos y/o positivos que pueda generar el consumo de los forrajes, no sólo es la presentación del suplemento a los cerdos, sino que también influyen factores como la edad de corte, la parte de la planta a suministrar, además de los abonos realizados en estas; lo que puede llegar a generar cambios en la composición química del alimento y los nutrientes que este pueda contener y aportar al cerdo, haciendo que las plantas puedan expresar todo su potencial nutritivo o que éste sea limitado; la utilización de alimentos alternativos en la dieta de porcinos no afecta el desarrollo y la producción, debido a que se encontró tendencia positiva con respecto a la implementación de muchos de estos suplementos naturales.

En esta exhaustiva revisión literaria, se pudo determinar que hay pocos estudios actualizados, por lo cual llegar a una conclusión clara es difícil debido a la poca información obtenida. Por lo tanto, se sugieren investigaciones más actualizadas de los beneficios que genera el consumo de los forrajes en la nutrición animal, además de la investigación de otros potenciales suplementos de fácil obtención para el

productor y la influencia de la implementación de estas alternativas suplementarias en cuanto al factor económico en la producción de cerdos de ceba, ya que la mayoría de información se encuentra obsoleta y/o poco profundizada.

## **Agradecimientos**

La presente investigación está dedicada en memoria de mi padre José Uilmer Noreña, quien me enseñó a luchar por mis sueños hasta lograrlos. También está dedicado a mi madre Martha de los Rios, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez.

Agradezco a mi tutora de tesis la Dr Sorany Milena Barrientos quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en la investigación, y a todos los docentes que me motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

## **Bibliografía**

1. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. Censo Pecuario Nacional año 2020, Instituto Colombiano Agropecuario - ICA/Censo Porcino en Colombia [Internet]. 2020 [cited 2020 Jun 17]. Available from: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>
2. Gomez Erika, Silva Julio SE. Evaluación de dos dietas alternativas para cerdos en la etapa de engorde. Universidad Libre. 2014
3. Contino Esquijerosa Y, Manuel J, Gómez I, Jesús Martín-Martín G. Evaluation of the productive performance in growing pigs fed a non-conventional diet [Internet]. 2017. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/319057601>
4. Alfayate JAE. Nutritional Management in the Prefattening and Fattening Stages on an Integrated Swine Farm. Vol. 28, Rev. prod. anim. 2016.

5. Manuel J, López M. Alimento Alternativo Para Cerdos A Base De Yuca: Determinando Su Rentabilidad Y Viabilidad Económica Yuke: Alternative Pig Feed From Cassava: Determining Its Profitability And Economic Feasibility. Rev Glob Negocios [Internet]. 2016;4(7):53–61. Available from: [www.theIBFR.com](http://www.theIBFR.com)
6. Ly, Pok. Utilización del follaje de morera en la alimentación del ganado porcino en sistemas integrados tropicales. 2014; Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193030122014>
7. Eugenio Mora-Parra F. Caracterización del bore (alocasia macrorrhiza) y su utilización como fuente alternativa para la alimentación animal Characterization of the Bore (alocasia macrorrhiza) and its use as an alternative food source for animals [Internet]. Available from: <http://pigtrop.cirad.fr/sp/temas/nutri->
8. César González-Castillo J, Hahn Von-Hessberg CM, Narváez-Solarte W. Botanical Characteristics of *Tithonia diversifolia* (asterales: asteraceae) and its use in animal diet. 2014.
9. Ángel Enrique Sánchez Ibarra. Comportamiento De Cerdos Alimentados Con Plantas Forrajeras Tropicales, En La Finca Experimental La María. Univ Técnica Estatal Quevedo Fac Ciencias Pecu [Internet]. 2015;1115–35. Available from: [3/Record/com.mandumah.search://http](http://3/Record/com.mandumah.search://http)
10. Penh P. Cutting age and nutritional value of mulberry ( *Morus alba* ) foliage meal for pigs Edad de corte y valor nutritivo de harina de follaje de morera ( *Morus alba* ) para cerdos. 2019;53(3):263–70.
11. Caro Y, Ly J, Delgado EJ, Samkol P. Digestibilidad in vitro ileal y total de *Morus alba* L. y *Trichanthera gigantea* (H & B), como alimento para cerdos. Zootec Trop. 2015;31(4):331–6.
12. Zeng Z, Jiang J Jie, Yu J, Mao X Bing, Yu B, Chen D wen. Effect of dietary supplementation with mulberry (*Morus alba* L.) leaves on the growth performance, meat quality and antioxidative capacity of finishing pigs. J Integr Agric [Internet]. 2019;18(1):143–51. Available from:

[http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)62072-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2095-3119(18)62072-6)

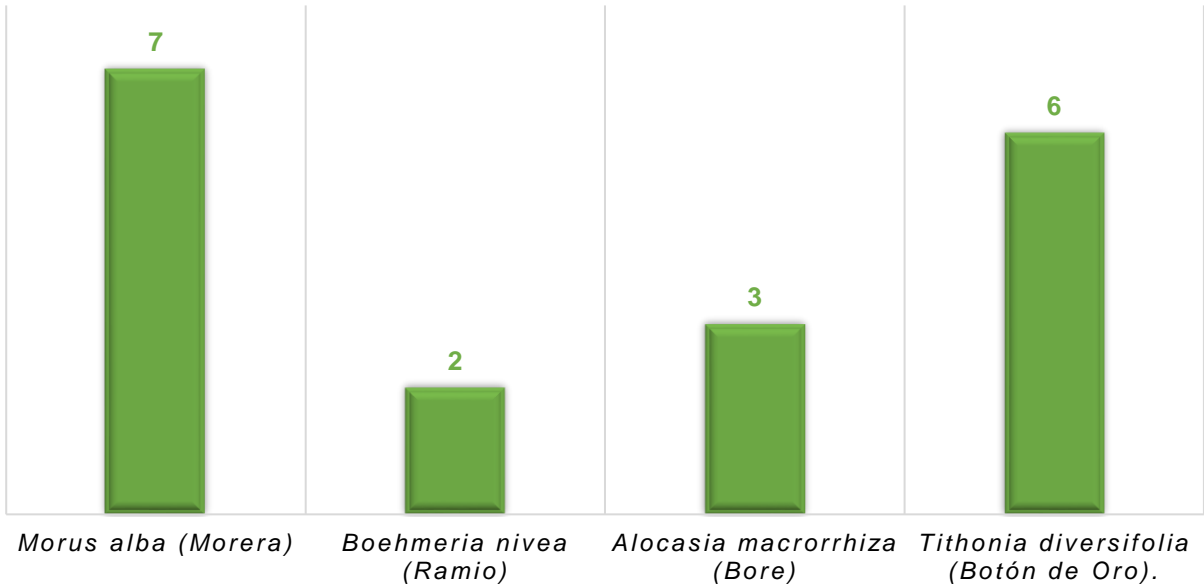
13. Chen G, Su Y, Cai Y, He L, Yang G. Comparative transcriptomic analysis reveals beneficial effect of dietary mulberry leaves on the muscle quality of finishing pigs. *Vet Med Sci*. 2019;5(4):526–35.
14. Zhao X, Yang R, Bi Y, Bilal M, Kuang Z, Iqbal HMN, et al. Effects of dietary supplementation with mulberry (*Morus alba* L.) leaf polysaccharides on immune parameters of weanling pigs. *Animals*. 2020;10(1).
15. Li Y, Liu Y, Li F, Sun A, Lin Q, Huang X, et al. Effects of dietary ramie powder at various levels on growth performance, antioxidative capacity and fatty acid profile of finishing pigs. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2019;103(2):564–73.
16. Li Y, Liu Y, Li F, Lin Q, Dai Q, Sun J, et al. Effects of dietary ramie powder at various levels on carcass traits and meat quality in finishing pigs. *Meat Sci* [Internet]. 2018;143(April):52–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.019>
17. Marcos VD, Rodrigo G, Ernesto Á, Víctor HN. Alimentación de cerdos en levante y ceba utilizando Bore (*Alocasia macrorrhiza*) y aceite de palma. 2012;46–55.
18. Zarate A, Gallo LA, Jiménez F. Aprovechamiento del bore ( *Alocasia macrorrhiza*), en la alimentación de cerdos en etapa de ceba para reducir costos de producción. *Univ Libr Secc Socorro*. 2012;(3):115–9.
19. Holguín A, García II, Delgado M, Universidad I. Árboles y arbustos para silvopasturas : uso, calidad y alometría. Universidad del Tolima, 2018.
20. Sanabria, C. E., & Ávila CY (2015). Producción de follaje de la especie botón de oro (*tithonia diversifolia*) utilizando 5 técnicas de siembra con fines de alimentación animal (Trabajo de grado). Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD, 2015. Repos UNAD [Internet]. 2015;151:10–7. Available from: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/3713>
21. Ponce Zamora JL. Composición química, degradabilidad y cinética ruminal in

situ del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en diferentes periodos de corte, Universidad técnica estatal de quevedo facultad de ciencias pecuarias. 2013;

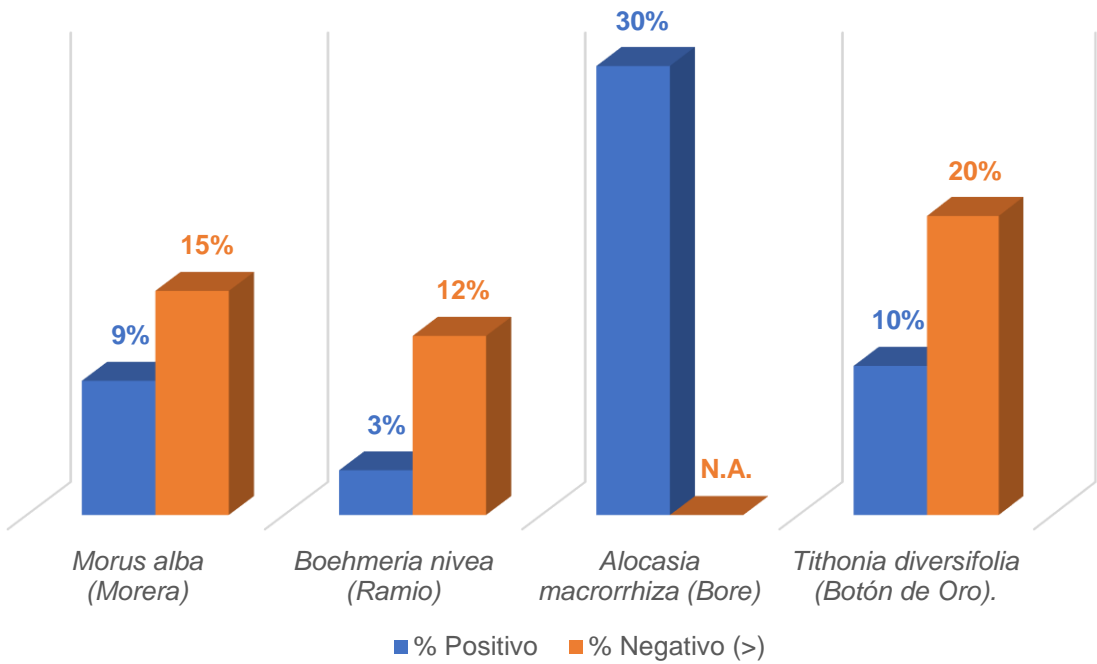
22. Torres V, Cino DM, Alonso J, Martínez Y, Gutiérrez D, Crespo GJ, et al. *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. Rev Cuba Cienc Agrícola. 2014;48(1):79–82.
23. Fasuyi AO, Ibitayo FJ, Alo OS. Histopathology, haematology and serum chemistry of growing pigs fed varying levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaf meal as protein supplements. Vet Res. 2013;6(4):78–87.
24. Feyisayo AK, Oluokun OO. Protein supplementation value of sun-dried ensiled sunflower (*Tithonia diversifolia*) in grower pigs: Growth performance and nitrogen utilization. African J Food Sci [Internet]. 2013;7(9):317–24. Available from: <http://www.academicjournals.org/AJFS>

Anexos:

Cantidad de Artículos Citados por Planta.



Porcentaje de Inclusión en la Dieta.



\*N.A. (No Aplica)  
*Alocasia macrorrhiza* (Bore) no registra porcentaje negativo en la literatura consultada.